

Approved For Release 2009/07/21 : CIA-RDP80T00246A007800390002-2

25X1

Page Denied

Next 1 Page(s) In Document Denied

Approved For Release 2009/07/21 : CIA-RDP80T00246A007800390002-2

The Use of Ge and Si Single Crystals for Precision Measurement
in X-ray Spectroscopy.

Jiří Drahokoupil, Antonín Fingerland
 Institute of Technical Physics, Prague

In our laboratory in the Institute of Technical Physics of Czechoslovak Academy of Sciences we study the effects of chemical bond on the K group lines of transition elements. Recently we have made a selection of crystals for fluorescent method measurements on double crystal spectrometer.

Malloof (1955) called attention to the use of germanium crystals for X-ray spectroscopy. Further Bačkovský and Dubáková (1957) have shown by precision measurements on (111) planes of germanium, that the germanium crystals used were nearly perfect. Analogous results could be expected with silicon crystals.

We were looking for crystals giving high luminosity of the arrangement and sufficient resolving power simultaneously. The purpose of present communication is to show, that these requirements are quite well fulfilled by germanium and silicon single crystals, cut parallel to the (220) plane. As the resolving power of the double crystal spectrometer with these crystals is comparable to or higher than with calcite /germanium and silicon resp./, it follows that they are suitable for measurement of line shapes.

In our measurements primary Cu $K\alpha$ and Fe $K\alpha$ radiation and double crystal spectrometer with GM-counters, were used. The power supply was stabilized to better than one half percent. The maximal vertical divergence of the X-ray beam was $\phi_m = 0.007$ /radians/. In the antiparallel position /1,1/ the horizontal divergence was about 0,05 radians.

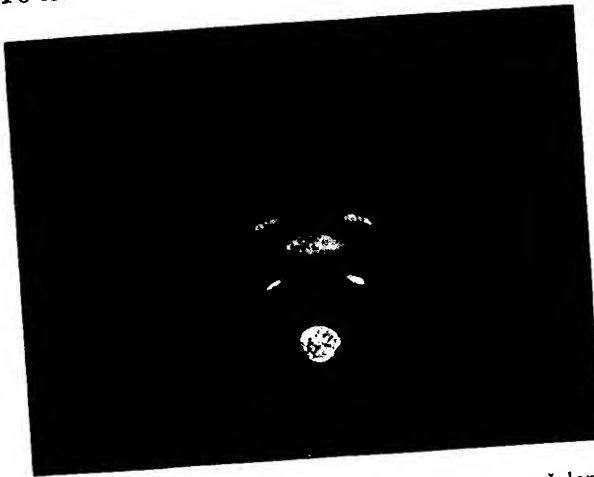
Table

	1 ^{x)}	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	$\frac{4}{3} w_c$	$w(1,-1)$	$w(1,1)$	$w(1,1)-w(1,-1)$	$w(1,1)-\frac{1}{2}w(1,-1)$	w_{Parr}	$P(0)$ obs.	$P(0)$ calc.	$\frac{\lambda}{\delta l} \times 10^{-3}$ exp.	$\frac{\lambda}{\delta l} \times 10^{-3}$ teor.
Ge(220)	0,12	0,13	$\alpha_1: 0,57$ $\alpha_2: 0,78$	0,44 0,65	0,50 0,71	$\alpha_1: 0,46$	100,0	100,0	12	12
Si (220)	0,056	0,07	$\alpha_1: 0,51$ $\alpha_2: 0,73$	0,44 0,66	0,47 0,69	$\alpha_2: 0,635$	29,5	32,0	22	27
Kalcit	0,14	--	--	--			41,0	41,3	11	11
Ge(220)	0,16	0,17	$\alpha_1: 0,92$ $\alpha_2: 1,07$	0,75 0,90	0,83 0,98	$\alpha_1: 0,79$	--	100,0	11	12
Si(220)	0,07 ₃	0,11	$\alpha_1: 0,86$ $\alpha_2: 1,02$	0,75 0,91	0,80 0,96	$\alpha_2: 0,90$	--	32,3	17	27

x) 1 - 6 in KU

STRUKTURA VAKUOVĚ NAPAŘENÝCH TENKÝCH VRSTEV ŽELEZA

Při studiu magnetických vlastností tenkých ferromagnetických vrstev je nutné znát jejich strukturu. Pokusili jsme se proto určit strukturu tenkých vrstev železa, které s hlediska magnetických vlastností právě studujeme. Vrstvy železa jsme připravili vypařením ve vysokém vakuu ($p < 10^{-4}$ mm Hg) na skleněnou podložku při současném zahřívání podložky asi na 300°C . K napaření vrstev jsme použili pásky čistého železa, které jsme vyhřívali průchodem elektrického proudu na teplotu asi 1470°C . Pásky železa jsme před vlastním napařováním vrstev vyhřívali po dobu dvou hodin, aby se uvolnily nečistoty z jejich povrchů. Po této době jsme teprve počali s vlastním nanášením vrstev. Hotové



Obr. 1. Elektronový difrakční snímek tenké vrstvy železa.

vrstvy jsme ponechali delší dobu uvnitř vakuové aparatury, až se jejich teplota vyrovnala s teplotou okolí.

Z takto získaných vrstev jsme pořídili elektronovým difraktografem Výzkumného ocelářského ústavu ohybové snímky u dvou vzorků, jejichž tloušťky určené interferenční metodou [1] byly: (I) $\delta = 3450 \text{ \AA}$, (II) $\delta = 2340 \text{ \AA}$. Elektronovou difrakci jsme provedli při téměř tangenciálním dopadu elektronového svazku na rovinu vzorku a při dvou vlnových délkách ($\lambda_1 = 0,0554 \text{ \AA}$, $\lambda_2 = 0,0517 \text{ \AA}$). Snímky ukazují na kubickou mřížku prostorově centrovanou a jejich charakter je u obou vzorků úplně souhlasný (obr. 1); mřížková konstanta vypočtená z poloměrů difrakčních kruhů je $a = 2,88 \text{ \AA}$, což v rámci přesnosti experimentálních údajů je v soulase s hodnotou mřížkové konstanty kompaktního železa $a = 2,866 \text{ \AA}$. Z difrakčních snímků je patrná velmi výrazná textura. Jak z dalších úvah vyplývá, jde u obou vzorků o vláknitou texturu s texturní osou $[111]$ kolmou k rovině vrstvy. To znamená, že krystaly ve vrstvě jsou orientovány tak, že jejich krystalografické roviny (111) jsou rovnoběžné s rovinou vzorku a v ní nahodile orientovány. Potvrzuje to okolnost, že otáčením vzorku kolem texturní osy se interferenční obraz nemění (difrakční snímek pořízený v jedné poloze a v poloze o 90° otočené). V obr. 2 jsou znázorněny difrakční kružnice jednotlivých interferencí s příslušnými místy zhuštění. Ježto jde o rovinný snímek, leží místa zhuštění na hyperbolických vrstevnicích. Indexy reflexí hkl na n -té vrstevnici a indexy texturní osy $[uvw]$ splňují podmínku

$$hu + kv + lw = n,$$

která pro texturní osu $[111]$ má tvar

$$h + k + l = n$$

pro $n = 0, 2, 4, 6, \dots$ vzhledem k tomu, že perioda identity $t_{[111]}$ ve směru tělesné úhlopříčky je u prostorově centrované mřížky rovna její polovině; pro železo je $t_{[111]} = 2,482 \text{ \AA}$. Pro $t_{[uvw]}$ platí

$$t_{[uvw]} = \frac{n\lambda r}{d_n};$$

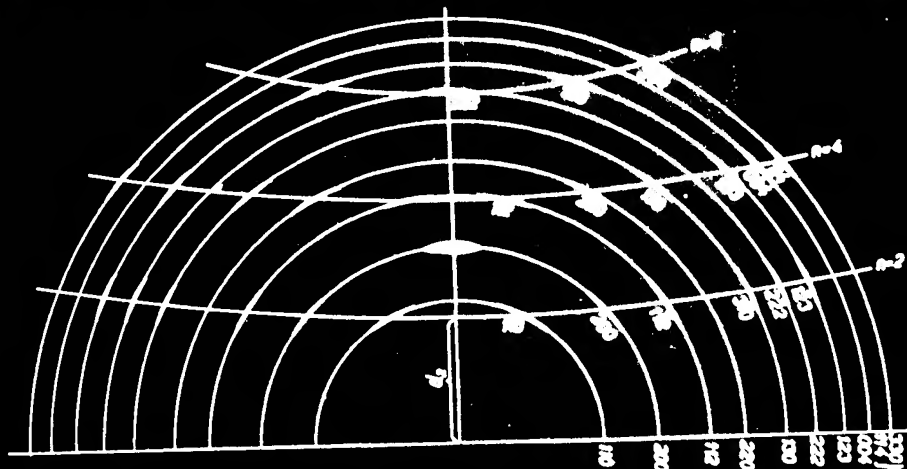
Dopisy vedů

λ je vlnová délka, r vzdálenost proudu od střední osy, d vzdálenost vrstevnice od střední osy. Uvedené vztahy pro λ_{min} platí pro $d \gg r$. Pro $d \approx r$ platí vztahy elektronů na texturní ose a pro $d < r$. Ze snímků lze odhadnout, že $\lambda_{\text{min}} = 9,3 \text{ nm}$, $d_1 = 18,5 \text{ nm}$, $d_2 = 36,0 \text{ nm}$. Při $\lambda = 0,004 \text{ Å}$ a $r = 0,7 \text{ Å}$ dostaneme pro λ_{min} po řadě hodnoty:

$$2,48; 2,49; 2,47 \text{ Å.}$$

což je v dobré shodě s vypočtenou hodnotou pro železo $\lambda_{\text{min}} = 2,483 \text{ Å}^*$.

S výsledkem, že krystaly železa v tenké vrstvě silněji vypařené ve vysoké vakuu jsou orientovány rovinou (111) rovnoběžně s rovinou vrstvy, jsme se v literatuře dosud ne-



Obr. 2. Difrakční kružnice s místy zhuštění na hyperboličtých vrstevnicích (schematicky).

setkali. GLOCKER a KAUFF [2] při studiu vrstev elektrolyticky nanášených na měď nebo na železo zjistili, že u železa vzniká vláknitá textura s texturní osou [111] rovnoběžnou se směry proudových čar, děje-li se vylučování z vodního roztoku chloridu železnatého; s příměsí chloridu vápenatého v uvedeném elektrolytu nastala změna texturní osy na [112]. ELENBAAS [3], který studoval magnetické vlastnosti tenkých vrstev železa a niklu nanášených elektrolyticky na mědi, zjistil u vrstev železa stejně jako v našem případě vláknitou texturu s texturní osou [111]. Zjistil dále, že tato textura se u vrstev slabších než $3,6 \mu$ nevykazuje a u silnějších je tím výraznější, čím větší je proudová hustota při elektrolyse. Konečně z článku BEECKA [4] vyplývá, že u tenkých vrstev železa připravených vypařením v plynné atmosféře ($p \sim 1 \text{ mm Hg}$) nastává stejná orientace krystalů, jakou jsme pozorovali při vypařování ve vysokém vakuu.

Došlo 27. 1. 1955.

JAROMÍR BROŽ, VLADIMÍR SYRČEK
Ústav technické fyziky ČSAV, Praha

VLADIMÍR HAVEL
Výzkumný ocelářský ústav, Praha

Literatura

- [1] VILÍM F.: Fyzikální věstník 2 (1954), seš. 2, 13.
- [2] GLOCKER R., KAUFF E.: Zs. f. Phys. 24 (1924), 121.
- [3] ELENBAAS W.: Zs. f. Phys. 76 (1932), 829.
- [4] BEECK O.: Rev. Mod. Phys. 17 (1945), 61.

* Na snímku nezapadá do soustavy vrstevnic místo zhuštění ležící na geometrických místech vrcholů vrstevnic na difrakční kružnici 200. Toto místo zhuštění vzniká pravděpodobně odrazem primárního svazku elektronů od podložky s napařenou vrstvou.